

BEST AVAILABLE COPY

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2 0 0 4 年 8 月 1 1 日

出 願 番 号

Application Number:

特 願 2 0 0 4 - 2 3 4 7 0 7

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 2 3 4 7 0 7

出 願 人

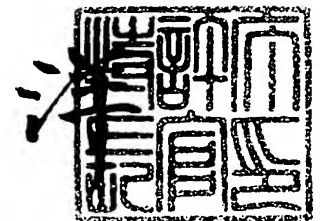
Applicant(s):

ローム株式会社

2 0 0 5 年 7 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 PR3-00108
【提出日】 平成16年 8月11日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/60
【発明者】
 【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内
 【氏名】 藤井 貞雅
【発明者】
 【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内
 【氏名】 西岡 太郎
【特許出願人】
 【識別番号】 000116024
 【氏名又は名称】 ローム株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100087701
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 稲岡 耕作
【選任した代理人】
 【識別番号】 100101328
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 川崎 実夫
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011028
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0402732

【請求項 1】

基板と、

基板の表面に形成され、第 1 金属材料からなるバンプと、

このバンプの頂面に形成され、単体の状態の融点が上記第 1 金属材料との合金の融点よりも低い第 2 金属材料からなり、他の装置の電気接続部との接合のための接合膜と、

上記バンプの頂面と上記接合膜との間に介在され、上記第 1 金属材料に対する拡散係数が上記第 2 金属材料よりも低い第 3 金属材料からなり、上記バンプの頂面の少なくとも一部を覆うように形成された拡散防止膜とを含むことを特徴とする電子装置。

【請求項 2】

上記拡散防止膜は、上記バンプの頂面全域を覆っており、

上記接合膜の全部が上記拡散防止膜上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の電子装置。

【請求項 3】

上記拡散防止膜は、上記バンプの頂面の一部を覆うとともに残余の部分を露出するように形成されており、

上記接合膜は、上記拡散防止膜上に形成された部分と、上記バンプの頂面に接して形成された部分とを有していることを特徴とする請求項 1 記載の電子装置。

【請求項 4】

上記基板は、半導体基板であり、

上記電子装置は、半導体チップであることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の電子装置。

【請求項 5】

上記基板は、絶縁基板上に配線導体が形成された配線基板であり、

上記バンプは、上記配線導体に接合された状態で上記配線基板上に設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の電子装置。

【請求項 6】

それぞれバンプを有する第 1 半導体チップおよび第 2 半導体チップをバンプ同士を接合させて結合したチップ・オン・チップ構造の半導体装置であって、

上記第 1 半導体チップおよび第 2 半導体チップのうちの少なくともいずれか一方が、請求項 4 記載の電子装置からなっていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】

絶縁基板上に配線導体が形成された配線基板と、

この配線基板に上記バンプを対向させて上記配線導体に接合された請求項 4 記載の電子装置とを含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項 8】

半導体基板にバンプを介して半導体チップを接合させることによって半導体装置を製造するための方法であって、

上記バンプが上記半導体基板および半導体チップの少なくともいずれか一方の表面に形成されており、上記バンプが第 1 金属材料からなり、このバンプの頂面に単体の状態の融点が上記第 1 金属材料との合金の融点よりも低い第 2 金属材料からなる接合膜が形成されており、上記バンプの頂面と上記接合膜との間に、上記バンプの頂面の一部を覆うとともに残余の部分を露出するように、上記第 1 金属材料に対する拡散係数が上記第 2 金属材料よりも低い第 3 金属材料からなる拡散防止膜が形成されており、上記接合膜は、上記拡散防止膜上に形成された部分と、上記バンプの頂面に接して形成された部分とを有しており、

上記方法は、

上記半導体チップが上記バンプを挟んで上記半導体基板上に配置された状態で、上記第 2 金属材料の単体の状態の融点以上であって、上記第 1 金属材料および第 2 金属材料の合金の融点未満の第 1 温度に上記接合膜を加熱することにより、上記半導体チップを上記半

等半導体に仮接合させる仮接合工程とし、

この仮接合工程の後に、上記第 1 金属材料および第 2 金属材料の合金の融点以上の第 2 温度に上記接合膜を加熱することにより、上記半導体チップを上記半導体基板に本接合させる本接合工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 9】

上記高温加熱工程は、複数個の半導体チップを上記半導体基板上に仮接合させた後に行われることを特徴とする請求項 8 記載の半導体装置の製造方法。

【発明の名称】 電子装置およびそれを用いた半導体装置、ならびに半導体装置の製造方法
【技術分野】

【０００１】

この発明は、半導体チップや配線基板などの電子装置およびそれを用いて構成した半導体装置、ならびに半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

半導体チップに別の半導体チップを接合したり、半導体チップを配線基板の表面にフリップチップボンディングしたりして構成される半導体装置では、半導体チップの表面に金（Au）や銅（Cu）からなるバンプが設けられる。このバンプの頂面には、バンプ材料よりも融点（溶融温度）の低い接合用の金属膜としての錫（Sn）やインジウム（In）の薄膜が形成されていて、相手側の半導体チップや配線基板との接合時には、この接合用金属膜が加熱溶融させられ、その後に冷却硬化させられる。これにより、相手側装置との機械的接合および電氣的接続が達成される。

【０００３】

接合用金属膜は、可能な限り薄膜に形成されることが望まれ、具体的には、 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲の薄膜とする必要がある。これは、接合用金属膜を厚膜にすると、半導体装置の使用時の発熱によって体積膨張が生じたり、溶融および拡散して他の装置への悪影響が生じたりするうえ、溶融接合時の安定性も損なわれるからである。

【特許文献１】 特開２００２－２８９７６８号公報

【特許文献２】 特開２００３－１３３５０８号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

ところが、バンプの材料（具体的にはAuまたはCu）は拡散しやすい金属であるため、接合用金属膜の大半が合金膜（たとえば、Au-Sn合金膜）となっていて、接合用金属膜の材料の単体の状態の融点（たとえば、Sn単体の融点は 232°C ）よりも高融点（たとえば、 280°C ）となってしまうている。そのため、溶融接合時には、高温の熱処理が必要になり、半導体チップの特性への悪影響が懸念される。

【０００５】

この問題は、接合用金属膜を厚膜にすることによって解決できるが、その場合には上述のと通りの不具合が生じることになる。

そこで、この発明の目的は、薄い接合膜であっても比較的低温での溶融接合が可能な電子装置およびそれを用いた半導体装置を提供することである。

さらに、この発明の他の目的は、素子特性への影響を抑制しつつ、半導体チップを半導体基板に接合することができる半導体装置の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

上記の目的を達成するための請求項１記載の発明は、基板と、基板の表面に形成され、第１金属材料（たとえば、AuまたはCu）からなるバンプと、このバンプの頂面に形成され、単体の状態の融点が上記第１金属材料との合金の融点よりも低い第２金属材料（たとえばSn、InまたはSn-In合金）からなり、他の装置の電気接続部との接合のための接合膜と、上記バンプの頂面と上記接合膜との間に介在され、上記第１金属材料に対する拡散係数が上記第２金属材料よりも低い第３金属材料（たとえば、TiW）からなり、上記バンプの頂面の少なくとも一部を覆うように形成された拡散防止膜とを含むことを特徴とする電子装置である。

【０００７】

ここで、「単体の状態」とは、第１金属材料と第２金属材料との合金（とくに相互拡散により生じる合金）が形成されていない状態を意味し、単一金属元素からなっている場合

のはが、第2金属材料が第1金属材料以外の金属元素を含む合金の場合も含む。

上記の構成によれば、拡散防止膜上に形成された接合膜は、薄膜の状態でも、パンプの材料との相互拡散が生じないので、その材料金属である第2金属材料の単体の状態が保持される。したがって、薄い接合膜でありながら、低融点で溶融させることができ、他の装置の電気接続部との接合時において、比較的低温での溶融接合が可能になる。

【0008】

また、上記接合膜を構成する第2金属材料は、上記拡散防止膜を構成する第3金属材料よりも融点の低い材料であることが好ましい。

請求項2記載の発明は、上記拡散防止膜は、上記パンプの頂面全域を覆っており、上記接合膜の全部が上記拡散防止膜上に形成されていることを特徴とする請求項1記載の電子装置である。

【0009】

この構成によれば、パンプの材料と接合膜の材料との相互拡散を確実に阻止できるから、接合膜は、その全域において比較的低温での溶融接合が可能になる。

請求項3記載の発明は、上記拡散防止膜は、上記パンプの頂面の一部を覆うとともに残余の部分を露出するように形成されており、上記接合膜は、上記拡散防止膜上に形成された部分と、上記パンプの頂面に接して形成された部分とを有していることを特徴とする請求項1記載の電子装置である。

【0010】

この構成によれば、接合膜において拡散防止膜上に形成された部分は第2金属材料単体の状態に保持され、パンプの頂面に接して形成された部分は相互拡散によって第1および第2金属材料の合金膜となる。そして、第2金属材料単体の部分は、低温での溶融接合に寄与し、合金膜の部分はパンプと接合膜との接合強度の向上（ひいては相手側装置との接合強度の向上）に寄与することになる。こうして、低温での溶融接合と十分な接合強度とを両立できる。

【0011】

請求項4記載の発明は、上記基板は、半導体基板であり、上記電子装置は、半導体チップであることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の電子装置である。

この構成により、低温での溶融接合が可能なパンプを有する半導体チップが得られる。

請求項5記載の発明は、上記基板は、絶縁基板上に配線導体が形成された配線基板であり、上記パンプは、上記配線導体に接合された状態で上記配線基板上に設けられていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の電子装置である。

【0012】

この構成により、低温での溶融接合が可能なパンプを有する配線基板が得られる。この配線基板に対して、上記パンプを利用して半導体チップ等の他の電子装置を接合することができる。

請求項6記載の発明は、それぞれパンプを有する第1半導体チップおよび第2半導体チップをパンプ同士を接合させて結合したチップ・オン・チップ構造の半導体装置であって、上記第1半導体チップおよび第2半導体チップのうちの少なくともいずれか一方が、請求項4記載の電子装置からなっていることを特徴とする半導体装置である。

【0013】

この構成により、チップ・オン・チップ構造の半導体装置が得られ、両チップのパンプ間の接合を低温の溶融接合工程によって行える。

請求項7記載の発明は、絶縁基板上に配線導体が形成された配線基板と、この配線基板上に上記パンプを対向させて上記配線導体に接合された請求項4記載の電子装置とを含むことを特徴とする半導体装置である。

【0014】

この構成により、いわゆるフリップチップ接合型の半導体装置が得られ、配線基板上への半導体チップのフリップチップ接合を、低温の溶融接合工程によって行える。

請求項の記載の発明は、半導体基板（たとえば半導体ウエハ）にバンプを介して半導体チップを接合させることによって半導体装置を製造するための方法であって、上記バンプが上記半導体基板および半導体チップの少なくともいずれか一方の表面に形成されており、上記バンプが第１金属材料からなり、このバンプの頂面に単体の状態の融点があつた第１金属材料との合金の融点よりも低い第２金属材料からなる接合膜が形成されており、上記バンプの頂面と上記接合膜との間に、上記バンプの頂面の一部を覆うとともに残余の部分を露出するように、上記第１金属材料に対する拡散係数が上記第２金属材料よりも低い第３金属材料からなる拡散防止膜が形成されており、上記接合膜は、上記拡散防止膜上に形成された部分と、上記バンプの頂面に接して形成された部分とを有しており、上記方法は、上記半導体チップが上記バンプを挟んで上記半導体基板上に配置された状態で、上記第２金属材料の単体の状態の融点以上であつて、上記第１金属材料および第２金属材料の合金の融点未満の第１温度に上記接合膜を加熱することにより、上記半導体チップを上記半導体基板に仮接合させる仮接合工程と、この仮接合工程の後に、上記第１金属材料および第２金属材料の合金の融点以上の第２温度に上記接合膜を加熱することにより、上記半導体チップを上記半導体基板に本接合させる本接合工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

【００１５】

この方法によれば、仮接合工程では、比較的低温での加熱によって、拡散防止膜上の接合膜（第２金属材料単体の状態の膜）を溶融させることによって、半導体チップと半導体基板との接合が達成される。その後、比較的高温での加熱によって、バンプの頂面に接している接合膜（第１および第２金属材料の合金膜）を溶融させることによって、接合膜と拡散防止膜との間の接合強度不足を補って、半導体チップを半導体基板に強固に接合させることができる。

【００１６】

請求項９記載の発明は、上記高温加熱工程は、複数個の半導体チップを上記半導体基板上に仮接合させた後に行われることを特徴とする請求項８記載の半導体装置の製造方法である。

この方法によれば、仮接合された複数個の半導体チップに関して、上記本接合工程を一括して行うことができるから、製造工程を短縮することができるうえ、半導体基板および半導体チップが経験することになる高温加熱プロセスの数が少なくなるから、それらに形成された素子の特性を良好に保持することができる。

【００１７】

たとえば、半導体ウエハに複数個の半導体チップを上記仮接合によって接合した後、これらの複数個の半導体チップに対して上記本接合を一括して行い、その後に、１個以上の所定個数の半導体チップを含む領域毎に半導体基板を切断（ダイシング）して個片化すれば、複数個のチップ・オン・チップ構造の半導体装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１８】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図１は、この発明の一実施形態に係る半導体装置の構成を説明するための図解的な断面図である。この半導体装置は、いわゆるチップ・オン・チップ構造を有していて、親チップ１上に子チップ２、３を接合して構成されている。親チップ１および子チップ２、３はいずれも半導体チップ（たとえばシリコンチップ）であり、親チップ１の活性面（デバイスが形成された活性領域側表面）に子チップ２、３の活性面を対向させたフェース・ツー・フェース状態で接合されている。より具体的には、親チップ１は、活性面を上方に向けた姿勢でリードフレーム５のアイランド部６にダイボンディングされており、この親チップ１の上面に、子チップ２、３がフェースダウン姿勢で接合されている。親チップ１は、外部接続用のパッド（図示せず）を活性面に有しており、このパッドがリードフレーム５のリード部７に、ボンディングワイヤ８を介して電気接続されている。そして、親チップ１、子チップ２、３、ボンディングワイヤ８およびリードフレーム５が、封止樹脂９によ

って形成され、半導体パッドが構成されている。リード部/ノード部は、防止側面から露出し、外部接続部（アウターリード部）として機能する。

【0019】

親チップ1および子チップ2, 3の活性面には、複数のパンプB1, B2, B3がそれぞれ形成されている。親チップ1のパンプB1と子チップ2のパンプB2とが互いに接合され、また、親チップ1のパンプB1と子チップ3のパンプB3とが互いに接合されている。これにより、親チップ1および子チップ2はパンプB1, B2を介して電氣的に接続され、かつ、機械的に接合されている。同様に、親チップ1および子チップ3は、パンプB1, B3を介して電氣的に接続され、かつ、機械的に接合されている。

【0020】

図2は、親チップ1に形成されたパンプB1の詳しい構成を説明するための断面図である。親チップ1の本体部をなす半導体基板（たとえばシリコン基板）11の表面には、たとえば、多層配線構造が形成されている。その最上層の配線層（または金属パッド）12の一部は、表面保護膜13に形成された開口から露出しており、この開口を覆うように、たとえば金（Au）からなるパンプB1が、表面保護膜13から隆起して形成されている。このパンプB1の頂面には、パンプB1の材料の拡散を防止するための拡散防止膜14が全域に形成されており、この拡散防止膜14上に、たとえば錫（Sn）からなる接合膜15が形成されている。つまり、接合膜15は、その全部が拡散防止膜14上に形成されている。接合膜15は、その膜厚が、0.1 μm 以上、5 μm 以下とされる。

【0021】

接合膜15の材料であるSn（融点は232℃）は、パンプB1の材料であるAuよりも融点が低く、かつ、パンプB1の材料であるAuとの合金（Au-Sn。融点は280℃）よりも、単体の状態の方が融点が低い。また、パンプB1は、拡散防止膜14の材料よりも低融点の材料からなる。

拡散防止膜14は、たとえば、TiW膜からなる。この拡散防止膜14の材料であるTiWは、パンプB1の材料であるAuに対する拡散係数が、接合膜15の材料であるSnよりも低い。また、拡散防止膜14の膜厚は、200 Å以上とされる。拡散防止膜14の膜厚が200 Å未満であると、AuやSnの拡散防止が不十分になる。

【0022】

パンプB1の形成は、めっき工程によって行える。また、拡散防止膜14の形成は、めっき工程またはスパッタ工程によって行える。さらに、接合膜15の形成は、めっき工程またはスパッタ工程によって行える。

子チップ2, 3のパンプB2, B3は、たとえば、Auで構成されている。これらのパンプB2, B3に関しては、その表面に、パンプB1の場合と同様な拡散防止膜や接合膜が設けられていてもよいが、一般的には、これらは必要ではない。

【0023】

親チップ1に子チップ2, 3を接合するときには、パンプB1とパンプB2, B3とを位置合わせしてそれらの頂面を互いに突き合わせる。その後、たとえば、親チップ1が加熱されることにより、接合膜15が、その材料であるSnの融点以上の温度に加熱される。これにより、接合膜15が熔融するから、その後に、加熱を停止すれば、接合膜15が冷却して固化し、パンプB1とパンプB2, B3とが接合されることになる。

【0024】

拡散防止膜14の働きにより、その上に形成されている接合膜15は、パンプB1の材料との相互拡散が生じることなく、Sn単体の状態に保持される。したがって、接合膜15は、Au-Sn合金の融点よりも遙かに低い温度（232℃程度）の加熱で容易に熔融させることができる。これにより、低温での熔融接合工程によって良好な接合を達成できるから、親チップ1や子チップ2, 3に形成された素子の特性を良好に保持することができる。

【0025】

図3(a)は、パンプB1の他の構成例を示す断面図であり、図3(b)はその平面図である。

。この構成例では、拡散防止膜14が、パンプB1の頂面の中央領域のみに形成されており、パンプB1の頂面の周縁部領域は露出している。そして、接合膜15は、拡散防止膜14を覆うとともに、パンプB1の頂面の露出領域をも覆うように形成されている。すなわち、この構成例では、接合膜15は、拡散防止膜14の上に位置する中央領域に存在する単体領域15Aと、パンプB1の頂面に接触した環状領域（周縁部領域）に存在する合金領域15Bとを有している。単体領域15Aは、パンプB1の材料であるAuとの相互拡散が生じないので、単体のSnで構成されている。したがって、この単体領域15Aの融点は、約232℃である。合金領域15Bは、パンプB1の材料であるAuとの相互拡散により生じたAu-Sn合金で構成されている。したがって、この合金領域15Bの融点は、約280℃である。

【0026】

上記のような構造は、拡散防止膜14をパンプB1の頂面の全域に形成した後に、その拡散防止膜14をリソグラフィ工程によってパターンニングすることによって形成できる。

Snからなる接合膜15とTiWからなる拡散防止膜14との接合強度（密着性）は必ずしも良くない。そこで、単体領域15Aを利用してパンプ間の仮接合工程を行い、その後、合金領域15Bを利用して本接合工程を行うことにより、十分な接合強度が得られる。

【0027】

親チップ1に子チップ2、3を接合するときには、パンプB1とパンプB2、B3とを位置合わせしてそれらの頂面を互いに突き合わせ、たとえば、親チップ1を加熱することにより、接合膜15が、その材料であるSnの融点以上の温度（ただし、Au-Snの融点よりも低い温度）に加熱される。これにより、接合膜15の単体領域15Aが溶融するから、その後、加熱を停止すれば、接合膜15が冷却して固化し、パンプB1とパンプB2、B3とが仮接合されることになる。

【0028】

親チップ1に接合すべき全ての子チップ2、3を仮接合した後に、親チップ1を加熱して、接合膜15を、合金領域15Bを溶融させることができる温度（約280℃以上）に加熱する。これにより、合金領域15Bが溶融するから、その後、加熱を停止すれば、接合膜15が冷却して固化し、合金領域15BにおいてパンプB1とパンプB2、B3とが強固に接合される。こうして、拡散防止膜14が介在する単体領域15Aにおける接合強度不足が、拡散防止膜14の介在のない合金領域15Bにおける接合によって補われることにより、本接合が達成される。

【0029】

高温の溶融接合工程となる本接合工程は、全ての子チップ2、3を親チップ1に接合した後に行われるので、1回のみの工程となる。したがって、親チップ1および子チップ2、3に対する加熱回数を最小限に抑えることができるから、それらに形成された素子の特性を良好に保持できる。

図4(a)は、パンプB1のさらに他の構成例を示す断面図であり、図4(b)はその平面図である。この構成例では、拡散防止膜14が、パンプB1の頂面の中央部および周縁部を露出させ、残余の環状領域を覆う環状パターンに形成されている。このような、拡散防止膜14は、拡散防止膜14をパンプB1の頂面の全域に形成した後に、リソグラフィ工程によってパターンニングすることにより得られる。

【0030】

接合膜15は、上記のような拡散防止膜14を覆い、さらに、パンプB1の露出部分に接するように形成される。したがって、接合膜15は、拡散防止膜14よりも内側の中央領域に対応する中央合金領域151と、拡散防止膜14上の領域である環状の単体領域152と、拡散防止膜14よりも外側の周縁合金領域153とを有することになる。単体領域152は、Sn単体の領域であり、中央合金領域151および周縁合金領域153は、パンプB1の材料と接合膜15の材料との相互拡散により生じたAu-Sn合金からなる領域である。

親チップ1および子チップ2, 3の接合工程は、図3の構成例の場合と同様である。ただし、図4の構成例の場合には、パンプB1の中央部および周縁部において、拡散防止膜14の介在のない強固な接合が得られるので、接合強度をさらに向上することができる。

図5(a)は、パンプB1のさらの他の構成例を示す断面図であり、図5(b)はその平面図である。この構成例では、図4の構成の場合と同様な環状の第1拡散防止膜14（膜厚200Å以上）がパンプB1の頂面に形成され、この第1拡散防止膜14を覆い、さらにパンプB1の頂面の露出部分を覆うように第1接合膜15（膜厚0.1μm～5μm）が形成されており、さらに、第1接合膜15上に、その中央領域を覆うとともに周縁の環状領域を露出させる第2拡散防止膜24（膜厚200Å以上）が形成され、さらに、この第2拡散防止膜24および第1接合膜15の露出部分を覆うように第2接合膜25（膜厚0.1μm～5μm）が積層して形成されている。第1および第2拡散防止膜14, 24は、たとえば、いずれも、TiWからなる。また、たとえば、第1接合膜15は、Snからなり、第2接合膜25はSn-In合金からなる。Sn-In合金の融点は、約200℃である。

【 0 0 3 2 】

第1拡散防止膜14よりも外方の領域では、パンプB1の材料であるAuと、第1接合膜15の材料であるSnと、第2接合膜25の材料であるSn-Inとの拡散が生じていて、この領域は、Au-Sn-In合金領域31となっている。この合金領域31の内側であって、第2拡散防止膜24よりも外方の環状の領域では、第1接合膜15の材料であるSnと第2接合膜25の材料であるSn-In合金との相互拡散が生じていて、この領域は、SnリッチなSn-In合金領域32となっている。また、第2拡散防止膜24上の領域は、Sn-In合金の単体領域（Au元素が実質的に混入していない状態の領域）33となっている。さらに、第1拡散防止膜14と第2拡散防止膜24との間の領域（SnリッチなSn-In合金領域32の内側）は、Sn単体領域34となっている。そして、第2拡散防止膜24の直下の中央領域であって、第1拡散防止膜14よりも内側の領域では、パンプB1の材料であるAuと第1接合膜15の材料であるSnとの相互拡散が生じ、この領域は、Au-Sn合金領域35となっている。

【 0 0 3 3 】

この構成の場合、SnリッチなSn-In合金領域32は、約200℃程度の加熱で溶融させることができるから、上記の仮接合工程をより低温で行うことができる。

図6は、この発明の他の実施形態に係る半導体装置の構成を説明するための図解的な断面図である。この半導体装置は、配線基板40の表面に半導体チップ50, 60をフリップチップ接合して構成されている。配線基板40は、絶縁性基板41と、この絶縁性基板41上に形成された配線導体（たとえば、Cuからなる）42と、この配線導体42上に突出して形成された複数のパンプB40とを備えている。絶縁性基板41の表面は、パンプB40の部位を除き、レジストまたは樹脂（以下「レジスト等」という。）44で被覆されている。

【 0 0 3 4 】

半導体チップ50, 60は、活性面を配線基板40の表面に対向させたフェースダウン姿勢で配線基板40に接合されている。これらの半導体チップ50, 60の活性面には、パンプB50, B60がそれぞれ複数設けられている。これらのパンプB50, B60は、レジスト等44に形成された開口から露出しているパンプB40にそれぞれ接合されており、これにより、半導体チップ50, 60の配線基板40への接合が達成されている。

【 0 0 3 5 】

図7は、配線基板40のパンプB40の近傍の構成を拡大して示す図解的な断面図である。パンプB40は、たとえば、配線導体42上に形成されたAuめっき層で構成されている。このパンプB40の頂面は、たとえばTiWからなる膜厚200Å以上の拡散防止膜70によって全域が被覆されており、この拡散防止膜54上にたとえばSnからなる膜厚0.1μm以上5μm以下の接合膜55が形成されている。すなわち、パンプB40に

関連する構成は、上述の図２に示されたパンプＢ１に関連する構成と同様になっている。

【００３６】

したがって、パンプＢ４０の材料と接合膜５５の材料との相互拡散が生じることはなく、接合膜５５は、Ｓｎ単体の膜となっている。したがって、Ｓｎの融点（約２３２℃）程度の低温の加熱によって接合膜５５を溶融させることができ、半導体チップ５０、６０のパンプＢ５０、Ｂ６０をパンプＢ４０に接合することができる。

半導体チップ５０、６０のパンプＢ５０、Ｂ６０は、たとえば、Ａｕで構成されている。これらのパンプＢ５０、Ｂ６０の表面にも拡散防止膜と接合膜との積層構造を形成してもよいが、通常は不要である。

【００３７】

拡散防止膜５４と接合膜５５との密着力のみでは接合強度が不足する場合には、パンプＢ４０上に、図３、図４または図５の場合と同様な積層構造を設ければよい。この場合には、まず、比較的低温（たとえば２３２℃前後）の加熱によって接合膜１５、２５の単体領域の溶融を生じさせて、接合すべきすべての半導体チップ５０、６０を配線基板４０に仮接合し、その後、短時間の高温加熱（２８０℃程度）によってＡｕ－Ｓｎ合金部分やＡｕ－Ｓｎ－Ｉｎ合金部分の溶融を生じさせて、本接合を行えばよい。

【００３８】

図８は、この発明のさらに他の実施形態に係る半導体装置の製造工程を説明するための図解的な斜視図である。この実施形態では、チップ・オン・チップ構造の半導体装置が製造される。具体的に説明すると、半導体ウエハ（たとえばシリコンウエハ）Ｗには、複数の半導体チップに対応した複数のチップ領域Ａが予め形成され、このチップ領域Ａには、上述の図３、図４または図５に示す積層膜を頂面に有するパンプＢが予め形成されている。この状態の半導体ウエハＷに対して、自動実装機械によって、複数の半導体チップＣが複数のチップ領域Ａにそれぞれ順次配置されていく。半導体チップＣの下方に向けられた活性面には、パンプＢに接合すべきパンプ（図示せず）が形成されている。

【００３９】

複数の半導体チップＣを複数のチップ領域Ａに順次配置していくとき、半導体ウエハＷは、上記仮接合工程に対応した所定の低温（たとえば、２３２℃前後）に保持される。これにより、パンプＢ上では、接合膜の単体部分が溶融して、半導体チップＣのパンプと仮接合されることになる。

半導体ウエハＷ上の所定の複数のチップ領域Ａ（たとえば、すべてのチップ領域Ａ）に半導体チップＣを仮接合し終わると、次に、半導体ウエハＷは、上記本接合工程に対応した所定の高温（たとえば、２８０℃程度）に所定の短時間だけ加熱される。これにより、接合膜の合金部分が溶融し、強固な結合が達成される。半導体ウエハＷが２８０℃程度の高温に加熱されるのは、本接合工程における短時間に限定されるから、半導体ウエハＷや半導体チップＣに形成された素子特性に対する影響を最小限に抑制しつつ、半導体チップＣを半導体ウエハＷに接合することができる。

【００４０】

その後、半導体ウエハＷは、スクライブラインＬに沿って切断され、チップ領域Ａごとに分離される。これにより、チップ・オン・チップ構造の半導体装置の個片が複数個得られることになる。

以上、この発明の３つの実施形態について説明したが、この発明はさらに他の形態で実施することもできる。たとえば、上記の実施形態では、親チップ１、配線基板４０および半導体ウエハＷの側に設けられるパンプの頂面に拡散防止膜および接合膜を形成することとしたが、子チップ２、３、半導体チップ５０、６０および半導体チップＣの側に設けられるパンプの頂面に拡散防止膜および接合膜を設けることとし、親チップ１、配線基板４０および半導体ウエハＷ側のパンプの頂面には、拡散防止膜および接合膜を設けないようにしてもよい。

【００４１】

また、上記の実施形態では、互いに接合されるパンプがいずれもＡｕからなっている例

について説明したが、バンプの材料は、たとえば、しうであつてもよい、互いに接合されるバンプの材料が共通している必要もない。すなわち、たとえば、A u バンプと C u バンプとが接合膜を介して接合されてもよい。

また、互いに接合される電子装置（配線基板または半導体チップ）の両方にバンプを設けておく必要はなく、いずれか一方にのみバンプを設けておいてもよい。たとえば、配線基板上に半導体チップをフリップチップ接合する場合に、半導体チップ側にのみバンプを設けておき、このバンプを配線基板上に配線導体に接合するようにしてもよい。この場合には、半導体チップ側のバンプの頂面に、拡散防止膜および接合膜の積層構造を形成しておけばよい。

【0042】

さらに、上記の実施形態では、接合膜の材料として、S n および S n - I n 合金を例示したが、これらのほかにも、インジウム（I n）を用いることができる。一般に、バンプの頂面に、バンプの材料よりも低融点の接合膜を形成すればよい。より具体的には、接合膜／バンプの材料の組み合わせとしては、S n / A u、S n / C u、I n / A u、I n / C u、I n / S n などを例示できる。

【0043】

また、上記の実施形態では、拡散防止膜として T i W 膜を例示したが、ほかにも、N i 膜、T i 膜および C r 膜などを拡散防止膜として用いることができる。ただし、いずれの薄膜の場合にも、十分な拡散防止機能を得るためには、200 Å 以上の膜厚とすることが好ましい。

また、上記図6および図7の構成の場合、C u からなる配線導体42とA u からなるバンプB40との間にN i 層を介在させて、これらの間の相互拡散を抑制することが好ましい。

【0044】

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】この発明の一実施形態に係る半導体装置の構成を説明するための図解的な断面図である。

【図2】上記半導体装置を構成する親チップに形成されたバンプの詳しい構成を説明するための断面図である。

【図3】(a)は上記バンプの他の構成例を示す断面図であり、(b)はその平面図である。

【図4】(a)は上記バンプのさらに他の構成例を示す断面図であり、(b)はその平面図である。

【図5】(a)は上記バンプのさらに他の構成例を示す断面図であり、(b)はその平面図である。

【図6】この発明の他の実施形態に係る半導体装置の構成を説明するための図解的な断面図である。

【図7】図6の半導体装置における配線基板側のバンプの近傍の構成を拡大して示す図解的な断面図である。

【図8】この発明のさらに他の実施形態に係る半導体装置の製造工程を説明するための図解的な斜視図である。

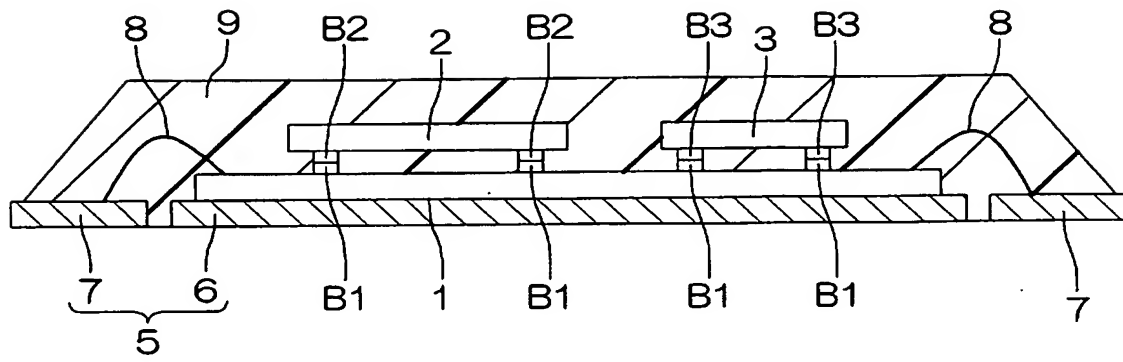
【符号の説明】

【0046】

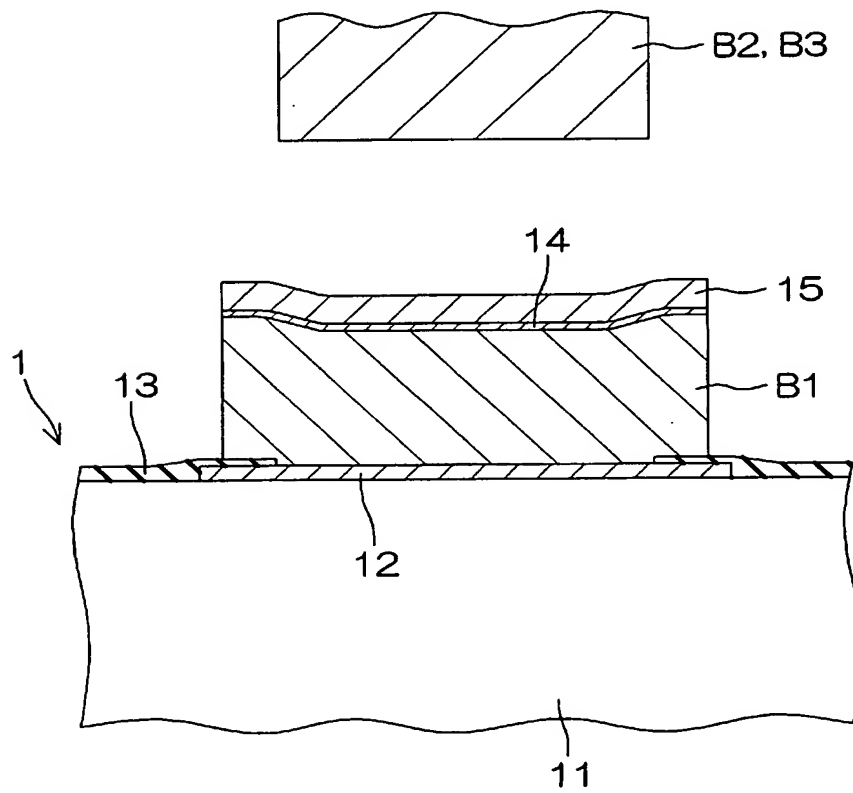
- | | |
|------|-------|
| 1 | 親チップ |
| 2, 3 | 子チップ |
| 13 | 表面保護膜 |
| 14 | 拡散防止膜 |

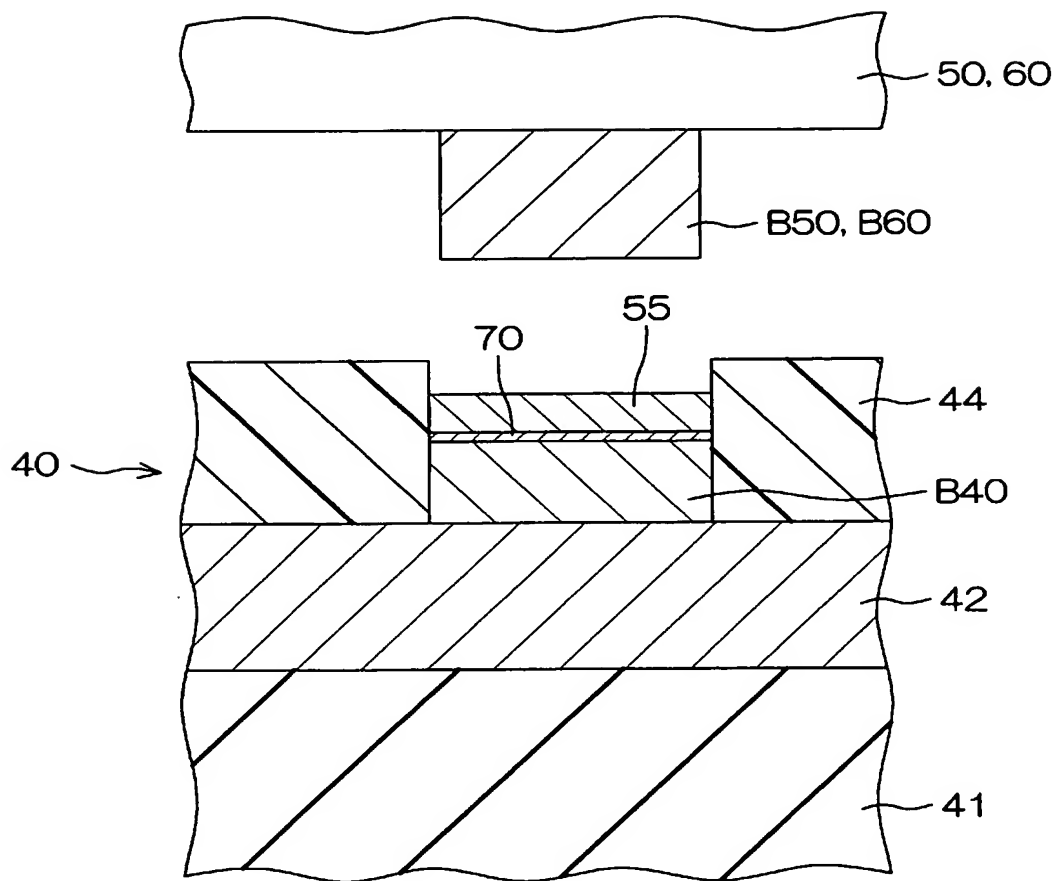
1 0	接合膜
1 5 A	単体領域
1 5 B	合金領域
2 4	拡散防止膜
2 5	接合膜
3 1	Au-Sn-In合金領域
3 2	SnリッチなSn-In合金領域
3 3	Sn-In合金の単体領域
3 4	Sn単体領域
3 5	Au-Sn合金領域
4 0	配線基板
4 1	絶縁性基板
4 2	配線導体
4 4	レジストまたは樹脂
5 0, 6 0	半導体チップ
5 4	拡散防止膜
5 5	接合膜
7 0	拡散防止膜
1 5 1	中央合金領域
1 5 2	単体領域
1 5 3	周縁合金領域
B 1, B 2, B 3	バンブ
B 4 0, B 5 0, B 6 0	バンブ
A	チップ領域
B	バンブ
C	半導体チップ
L	スクライブライン
W	半導体ウエハ

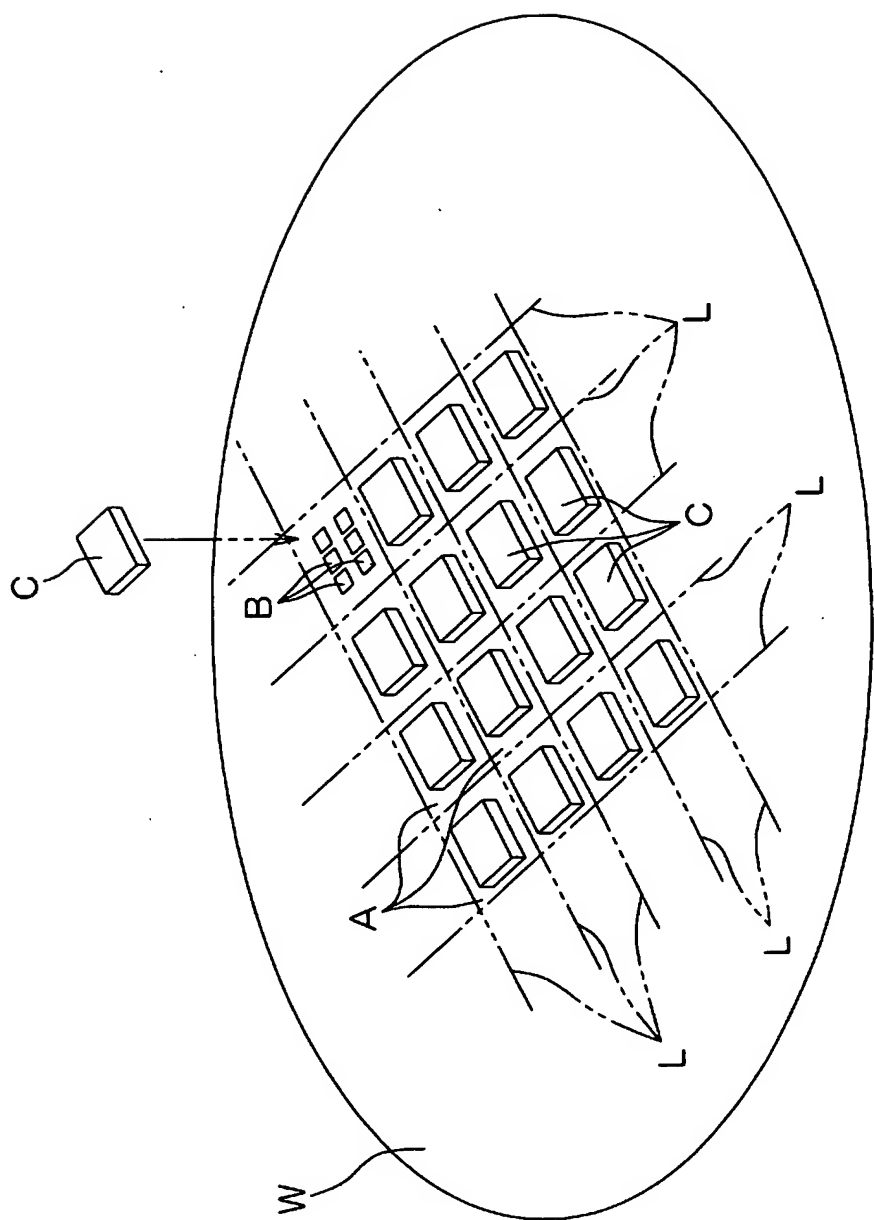
【図 1】



【図 2】







【要約】

【課題】 薄い接合膜であっても比較的低温での溶融接合が可能な電子装置およびそれを用いた半導体装置を提供する。

【解決手段】 半導体チップ 1 は、半導体基板 11 と、この半導体基板 11 の表面に形成され、Au からなるパンプ B 1 と、このパンプ B 1 の頂面の全域に形成され、TiW からなる拡散防止膜 14 と、この拡散防止膜 14 上に形成され、他の装置の電気接続部との接合のための接合膜 15 とを有している。接合膜 15 は、Sn からなる。Sn は、単体の状態の融点が Au-Sn 合金の融点よりも低いが、Au に対する拡散係数が高い。TiW は、Au に対する拡散係数が低く、パンプ B 1 の材料である Au と接合膜 15 の材料である Sn との拡散を防止するから、接合膜 15 は Sn 単体の状態に保持される。

【選択図】 図 2

0 0 0 1 1 6 0 2 4

19900822

新規登録

京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地
ローム株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/011009

International filing date: 16 June 2005 (16.06.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-234707
Filing date: 11 August 2004 (11.08.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 July 2005 (29.07.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.